

焼結ステンレス鋼切削における工具摩耗

和田 任弘

Tool Wear in Cutting of Sintered Stainless Steel

Tadahiro WADA

粉体および粉末冶金 48巻, 9号, (2001), 790-795.

耐食性を要求される焼結部品には、焼結ステンレス鋼が使用される¹⁾。焼結部品は、焼結後できるだけ切削などの機械加工をしなくてすむように設計するのが望ましいが²⁾、寸法精度が要求される場合には切削が行われる。焼結部品の切削においては、焼結材料は気孔を含有し、熱伝導率が低いなどの理由で被削性はあまり良くないとされている³⁾。さらに、焼結部品は多量に生産されるので耐摩耗性に優れ、しかも能率を高めるために高速切削が可能な工具材を選定する必要がある。これには、耐熱・耐摩耗性に優れたセラミックスやc-BNが有効な工具材と考えられる。しかし、焼結ステンレス鋼切削におけるセラミックスやc-BNの工具摩耗を調べた研究は見あたらない。そこで、他の文献を参考にすると、焼結鋼切削においては、TiC含有量の多いアルミナ系セラミックスが有効である⁴⁾としている。しかし、溶製材としてのステンレス鋼切削においては、アルミナセラミックスはNiやTiとも反応を起こして異常摩耗を生じるので、これらを多く含有する材料の切削には注意が必要である⁵⁾との報告もある。また、c-BNで焼結ステンレス鋼を切削する場合、c-BNの結合材は工具摩耗に大きな影響を与える^{4),6)}ため、焼結ステンレス鋼に適した結合材を選定する必要がある。一方、横穴など成形困難な場合にも切削が行われる。この場合、工具材には耐欠損性・耐摩耗性に優れていることが要求される。これには、耐欠損性に優れた超硬合金を母材とし耐摩耗性に優れたセラミックスをコーティングしたコーテッド超硬合金が有効な工具材と考えられる。しかし、焼結ステンレス鋼切削におけるコーテッド超硬合金の工具摩耗を調べた研究も見あたらない。

そこで本研究では、焼結ステンレス鋼 (SUS316Lに相当) 切削時に適した工具材を明らかにするために、超硬合金、コーテッド超硬合金、セラミックス、およびc-

BNの工具摩耗を調べた。

得られた主な結果は、次の通りである。

- (1) 超硬合金K10種工具を母材とするコーテッド超硬合金工具で焼結ステンレス鋼を切削すると、TiVN被覆PVDコーテッド超硬合金工具の摩耗進行は最も遅い。これに対し、CVDコーテッド超硬合金工具の摩耗進行は急速になり、凝着によるコーティング層の剥離が発生する。
- (2) いずれのセラミックス工具の摩耗進行は急速になり、アルミナセラミックス工具には凝着による欠損が見られる。
- (3) 本研究で使用した工具の中では、TiN結合材のCBN工具の摩耗進行が最も遅く、しかも良好な仕上げ面が得られる。

文 献

- 1) (社)精密工学会：“新版 精密工作便覧”，コロナ社，東京，1992年，814。
- 2) (社)精密工学会：“新版 精密工作便覧”，コロナ社，東京，1992年，139。
- 3) 鳴瀧則彦，村越昭男：“焼結鋼の被削性”，精密機械，47(1981)1516-1522。
- 4) S.Hanasaki, J.Fujiwara, T.Wada: “TOOL WEAR IN HIGH SPEED TURNING OF SINTERED STEELS”, Proceedings of the International Conference on Precision Engineering, Y. Lian and N. Ueda ed., Taipei, Japan Society for Precision Engineering (1997)351-356。
- 5) 鳴瀧則彦：“高速切削におけるセラミック系工具の損傷”日本機械学会論文集 (C偏), 58(1992)675-683。
- 6) たとえば，新谷一博，加藤秀治，前田隆夫，藤村善雄，山本明：“インコネル718材加工におけるCBN工具の摩耗特性”，精密工学会誌，58(1992)1685-1690。

焼結鋼切削におけるCBN工具の切削性能

和田 任弘 戸井原 孝臣*

Cutting Performance of CBN Tools in Cutting of Sintered Steel

Tadahiro Wada and Takaomi Toihara*

粉体および粉末冶金 49巻, 9号, (2002), 773-779.

焼結合金鋼に使用される合金鋼粉には、部分合金化鋼粉と完全合金鋼粉がある。部分合金化鋼粉は、完全合金鋼粉に比べ圧縮性に優れ、しかも通常の焼結温度で高強度が得られる¹⁾ので、高強度が要求される焼結機械部品に多く使用されている。焼結機械部品は、焼結後できるだけ切削などの機械加工をしなくてすむように設計するのが望ましい²⁾が、寸法精度が要求されるなどの場合には切削が行われる。そこで、部分合金化鋼粉を原料とする焼結鋼を超硬合金P10種工具で切削するとチップングを含む摩耗が逃げ面に生じ、さらに境界摩耗が大きく発生する³⁾。このため、同程度の機械的性質、化学成分を持つ溶製材に比べ被削性が著しく劣る。しかも、焼結機械部品は多量に生産されるので耐摩耗性に優れ、能率を高めるために高速度切削が可能な工具材を選定する必要がある。これには、高硬度で熱伝導率が大きく、しかも熱的・化学的安定性に優れているcBN焼結体が有効な工具材であると考えられる。鳴瀧ら⁴⁾はCBN工具で焼結鋼の切削を行った結果、CBN工具は、長時間切削しても工具寿命、仕上げ面粗さが良好で、十分実用に耐えることを示した。しかしcBN焼結体は、結合材の種類、cBN含有量などによって耐摩耗性に大きな差が生じる^{5,7)}。このため、CBN工具による切削においては、被削材に適した結合材の種類、cBN含有量のcBN焼結体を使用する必要がある。

そこで本研究では、部分合金化鋼粉を原料とする焼結鋼の切削に有効なCBN工具を見出すために、結合材の種類、cBN含有量を変化させたCBN工具で焼結鋼の切削を行い、工具摩耗および仕上げ面粗さを調べた。

得られた主な結果は、次の通りである。

(1) 結合材の種類がTiNで、cBN含有量が70vol% (結合材30vol%) のCBN工具が優れた耐摩耗性を示す。

- (2) cBN含有量が多くなる (結合材が少なくなる) と、CBN工具の摩耗進行は遅くなる。
- (3) TiN結合材のCBN工具では、cBN含有量が多くなっても、仕上げ面粗さはあまり変化しない。
- (4) TiN結合材のCBN工具では、結合材がすりへり摩耗により削りとられる作用によって摩耗が進行する。Co, TiC, Al₂O₃結合材のCBN工具では、この作用に、さらに結合材が凝着により削りとられる作用も加わり摩耗が進行する。

文 献

- 1) 日本粉末冶金工業会：焼結部品概要 -PM Parts- , 日本粉末冶金工業会(1989)17.
- 2) (社)精密工学会：新版 精密工作便覧, コロナ社(1992)139.
- 3) 鳴瀧則彦, 山根八洲男, 白杵年ほか：“高強度焼結鋼の被削性とその改善”, 精密工学会誌, 61(1995)238-242.
- 4) 鳴瀧則彦, 村越昭男：“焼結鋼の被削性”, 精密機械, 47(1981)1516-1522.
- 5) 新谷一博, 加藤秀治, 前田隆夫, 藤村善雄, 山本明：“インコネル718材加工におけるCBN工具の摩耗特性”, 精密工学会誌, 58(1992)1685-1690.
- 6) 新谷一博, 加藤秀治, 藤村善雄, 山本明：“CBN工具によるオーステンパ処理を施したベイナイト球状黒鉛鉄の切削特性”, 精密工学会誌, 56(1990)2261-2266.
- 7) 加藤秀治, 新谷一博, 藤村善雄：“ADI材加工におけるCBN工具の摩耗特性”, 日本機械学会論文集 (C編), 57(1991)3027-3031.

TOOL WEAR CBN TOOLS IN CUTTING OF SINTERED STEEL

Tadahiro WADA, Kazuki HIRO, Takaomi TOIHARA*,
Junsuke FUJIWARA** and Shinsaku HANASAKI**

PROGRESS OF MACHINING TECHNOLOGY, (2002), 111-116.

A diffusion alloyed powder or a completely alloyed powder is usually used as an alloyed powder for the sintered steels. The compressibility of the diffusion alloyed powder is better than that of the completely alloyed powder. The sintered steels from the diffusion alloyed powder has the high strength at conventional sintering temperature. The sintered steels from the diffusion alloyed powder is used as machine parts which are demanded for the high strength. For the dimensional accuracy, it is often necessary for the sintered steel machine parts to be machined such as the cutting. In the cutting of the sintered steel from the diffusion / completely alloyed powder with a cemented carbide (P10) tool, chipping was often observed on the cutting edge of the tool. Because of the chipping, the tool life was very unstable. Furthermore, the large crater wear and the flank wear are also observed at high cutting speeds. Therefore, the machinability of the sintered steels are worse than that of the melted steels which have the same chemical compositions and the same strength. As the sintered machine parts are often cut at the high cutting speed for the mass production, it is necessary that the tool materials have a good wear resistance. It is reported that in cutting of the various sintered steels, the CBN tool showed excellent cutting performance under the conditions of high cutting speed and long cutting time. The CBN tool should be used at the effective combination of the binding material and the content rate for the cutting of the sintered steel.

In this study, in order to find out the effective CBN tools for the turning of the sintered steel from the diffusion alloyed powder, the sintered steel was turned with the different CBN tools having the several binding materials and various content rates, at the cutting speed 5.0m/s, the feed rate 0.05mm/rev and the depth of cut

0.1mm.

Table 1 Chemical compositions (mass %) and mechanical properties of sintered steel

C	Ni	Cu	Mo	others	Fe
05~0.9	3~5	1~2	0.2~0.8	<1	Bal.
Mechanical properties		Tensile strength			600MPa
		Hardness			HB156

The chemical compositions and the mechanical properties of the sintered steel are shown in Table 1, and the cutting tools used are shown in Table 2.

The main results obtained are as follows:

- (1) The wear progress of the CBN tool which had the TiN binder was slowest.
- (2) In the CBN tools, the tool wear decreased with the increase of the cBN grain contents.
- (3) The surface roughness of the CBN tool which had the TiN binder was smaller than that of the CBN tools which had the TiC, or Al₂O₃ binder. Therefore, the CBN tool which had the TiN binder was the most effective tool material for the turning of the sintered steel.

Table 2 CBN tools

Tool Type	Contents rate*	Material of binder**
CBN A	70/30	TiN
CBN B	90/10	Co
CBN C	60/40	TiC
CBN D	60/40	Al ₂ O ₃
CBN G	55/45	TiN
CBN I	80/20	TiC

* : (cBN grain / binding phase)

** : Main element

* OSG Corporation

** Osaka University

